

④ 日本国特許庁(JP)

⑤ 特許出願公開

⑥ 公開特許公報(A) 平3-296841

⑦ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑧ 公開 平成3年(1991)12月27日

G 06 F 12/08  
3/08

3 2 0  
3 0 2 A

7232-5B  
7232-5B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑨ 発明の名称 キヤプシュ制御方式

⑩ 特 願 平2-99741

⑪ 出 願 平2(1990)4月18日

⑫ 発 明 者 小 此 木 崇 弘 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑬ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑭ 代 理 人 弁理士 河原 純一

要 旨

1. 発明の名称

キャッシュ制御方式

2. 特許請求の範囲

磁気ディスク装置上のファイルの作成および削除等の管理制御を行うファイル制御手段と、

このファイル制御手段により管理制御が行われるファイルとそのファイルに使用されるデータブロックとの対応を管理し利用プログラムメモリ空間とバッファキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行うファイルブロック制御手段と、

データブロックの転送の際に未使用のバッファキャッシュブロックを監視し、ファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックのバッファヘッダをフリーストに帰還するフリーバッファ制御手段と、

ハッシュテーブル制御手段および前記フリーバッファ制御手段による制御に基づきデータブロッ

クの転送に使用すべきバッファキャッシュブロックを選択して前記ファイルブロック制御手段に提供し、バッファキャッシュメモリと磁気ディスクキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送

の制御を行うバッファキャッシュ制御手段と、

プライオリティテーブルにおいて管理されるディスクキャッシュブロックのプライオリティを制御し、ファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたディスクキャッシュブロックのプライオリティを最も低くする制御を行うキャッシュブロックプライオリティ制御手段と、

磁気ディスクキャッシュブロック制御手段および前記キャッシュブロックプライオリティ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきディスクキャッシュブロックを選択して前記バッファキャッシュ制御手段に提供し、磁気ディスク装置制御手段を用いて磁気ディスクキャッシュメモリと磁気ディスク装置との間のデータブロックの転送の制御を行う磁気ディスクキャ

## 特開平3-296841 (2)

シム制御手段と、

前記ファイル制御手段によりファイルが削除された場合にそのファイルの削除に係る通知を前記フリーバッファ制御手段および前記キャッシュブロックプライオリティ制御手段に提供するファイル管理情報伝達手段と

を有することを特徴とするキャッシュ制御方式。

# 1. 発明の詳述の要旨

(産業上の利用分野)

本発明はキャッシュ制御方式に関し、特に計算機システムのファイルシステムにおいてバッファキャッシュメモリおよび磁気ディスクキャッシュメモリの制御を行うキャッシュ制御方式に関する。

(従来の技術)

計算機システムのファイルシステムには、メモリのデータブロックの転送の速度と、磁気ディスク装置とメモリとの間のデータブロックの転送の速度との差を縮める目的で、メモリの一部をバッファキャッシュメモリとして使い、さらにメモリの他の一部を磁気ディスクキャッシュメモリと

して用いるものがある。

このようなファイルシステムにおいては、あるデータブロックに対する読み込み要求に基づいて磁気ディスク装置から利用プログラムメモリ空間にデータブロックの転送が行われる際には、磁気ディスク装置から読み込まれたデータブロックが一応磁気ディスクキャッシュメモリ上に格納される。さらにバッファキャッシュメモリ上に格納されてから、利用プログラムメモリ空間に転送されていた。

これによって、再び同じデータブロックに対する読み込み要求が発生した場合に、そのデータブロックがバッファキャッシュメモリ上に残っている場合(バッファキャッシュヒットの場合)またはバッファキャッシュメモリには残っていないが磁気ディスクキャッシュメモリ上に残っている場合(ディスクキャッシュヒットの場合)には、磁気ディスク装置から利用プログラムメモリ空間へのブロックデータの転送はバッファキャッシュメモリおよび磁気ディスクキャッシュメモリの

どちらから利用プログラムメモリ空間への転送で済み(磁気ディスク装置からの転送を必要とせず)、そのデータブロックの転送(データ入力出力)に要する時間の短縮が可能になっていた。

このようなファイルシステムにおいてバッファキャッシュメモリおよび磁気ディスクキャッシュメモリの制御を行うキャッシュ制御方式では、バッファキャッシュメモリの構成要素であるバッファキャッシュブロック(一般的に、データブロックの1つに割り当てられる領域)や、磁気ディスクキャッシュメモリの構成要素であるディスクキャッシュブロック(一般的に、データブロックの正置数倍率に割り当てられる領域)は、その使用頻度が考慮されて管理されている。

すなわち、バッファキャッシュメモリ上のバッファキャッシュブロックの管理情報を持つバッファヘッダは、ハッシュテーブルおよびフリーリストにより管理されている(第1図(a)および(b)参照)。ここで、フリーリストにその時点で使用されていない(有効なデータブロックが格納

されていない)バッファキャッシュブロックのバッファヘッダが置換されることにより、バッファキャッシュブロックの使用頻度が考慮されている。なお、ハッシュテーブルの各エントリの値(第3図(a)および(b)における0〜N(Nは正置数))は、そのエントリに格納されているバッファヘッダ(次のバッファヘッダへのポインタを指す)のバッファヘッダまたはエントリが持つことにより置換が形成されている)に対応するバッファキャッシュブロックに格納されているデータブロックのブロック番号を一定値で除したときの剰余に相当する。

また、磁気ディスクキャッシュメモリ上のディスクキャッシュブロックの管理情報を持つキャッシュブロックヘッダは、プライオリティテーブルにより管理されている(第3図(a)および(b)参照)。ここで、プライオリティテーブルにおいては、磁気ディスクキャッシュメモリ上のディスクキャッシュブロックの使用頻度に応じてそのディスクキャッシュブロックに対応するキャッシュ

ュプロットヘッドのプライオリティ（第3図（a）および（b）におけるB〜Mは正逆線）が決められており、これによりディスクキャッシュプロットの使用頻度が考慮されている。

従来、この種のキャッシュ制御方式では、実際のデータ入出力要求（データプロットの転送要求）に起因した制御（バッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリへのデータプロットの書き込みやバッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリからのデータプロットの読み出しに関する制御）しか行われていない。

したがって、ファイル制御手段の制御によってあるファイルが削除された際に、そのファイルで使われていたデータプロットがバッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリ上に存在していた場合には、バッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリ上の領域が足りなくなつてそのデータプロットに割り当てられていたバッファキャッシュプロットまたは

### 特開平3-296841 (3)

はディスクキャッシュプロットが他のデータプロットのために置き換えられるまではそのデータプロットがバッファキャッシュプロットまたはディスクキャッシュプロットに割り当てられ続けている。

（発明が解決しようとする課題）

上述した従来のキャッシュ制御方式では、ファイルが削除された際にそのファイルで使われていたデータプロットがバッファキャッシュメモリまたは磁気ディスクキャッシュメモリ上に存在していた場合に、すぐにはそのデータプロットに割り当てられていたバッファキャッシュプロットまたはディスクキャッシュプロットに対する制御が行われないので、フリーストにより管理されていないバッファヘッドに対応するバッファキャッシュプロットやプライオリティテーブル中の高いプライオリティを有するエントリに格納されているキャッシュプロットヘッドに対応するディスクキャッシュプロットに格納されているデータプロットに係るファイルが削除された場合には、すべて

不要となったデータプロットが他のデータプロットよりも高く（バッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリ上に置ることになり（有線データプロットが先に送り出されるという事象が生じる）、バッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリにおけるキャッシュヒット率が低くなるという欠点がある。

本発明の目的は、上述の点に鑑み、あるファイルが削除された際にそのファイルで使われていたデータプロットが格納されているバッファキャッシュプロットの全てをフリーストに解放し、そのようなデータプロットが格納されているディスクキャッシュプロットの全てのプライオリティを最も高くすることにより、有効なデータプロットをなるべく（バッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリ上に置してキャッシュヒット率の向上を図るキャッシュ制御方式を提供することにある。

（問題を解決するための手段）

本発明のキャッシュ制御方式は、磁気ディス

ク上のファイルの作成および削除等の管理制御を行うファイル制御手段と、このファイル制御手段により管理制御が行われるファイルとそのファイルに使用されるデータプロットとの対応を管理し利用プログラムメモリ空間とバッファキャッシュメモリとの間のデータプロットの転送の制御を行うファイルプロット制御手段と、データプロットの転送の際に使用のバッファキャッシュプロットを解放しファイルの削除に係る制御を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータプロットに割り当てられていたバッファキャッシュプロットのバッファヘッドをフリーストに解放するフリーバッファ制御手段と、ハッシュテーブル制御手段および前記フリーバッファ制御手段による制御に基づきデータプロットの転送に使用すべきバッファキャッシュプロットを選択して前記ファイルプロット制御手段に提供しバッファキャッシュメモリと磁気ディスクキャッシュメモリとの間のデータプロットの転送の制御を行うバッファキャッシュ制御手段と、プライオリティテー

## 特開平3-296841 (4)

## 〔作用〕

本発明のキャッシュ制御方式では、ファイル制御手段が磁気ディスク装置上のファイルの作成および削除等の管理制御を行い、ファイルブロック制御手段がファイル制御手段により管理制御が行われるファイルとそのファイルに使用されるデータブロックとの対応を管理し利用者プログラムメモリ空間とバッファキャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行い、フリーバッファ制御手段がデータブロックの転送の際に未使用のバッファキャッシュブロックを確保しファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックのバッファヘッダをフリーリストに登録し、バッファキャッシュ制御手段がハッシュテーブル制御手段およびフリーバッファ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきバッファキャッシュブロックを選択してファイルブロック制御手段に提供しバッファキャッシュメモリと磁気ディスクとを有する。

手段を提供する。

## 〔実施例〕

次に、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

キャッシュメモリとの間のデータブロックの転送の制御を行い、キャッシュブロックブライオリティ制御手段がブライオリティテーブルにおいて管理されるディスクキャッシュブロックのブライオリティを制御しファイルの削除に係る通知を受けた場合にそのファイルに使用されていたディスクキャッシュブロックのブライオリティを最も低くする制御を行い、磁気ディスクキャッシュ制御手段が磁気ディスクキャッシュブロック制御手段およびキャッシュブロックブライオリティ制御手段による制御に基づきデータブロックの転送に使用すべきディスクキャッシュブロックを選択してバッファキャッシュ制御手段に提供し磁気ディスク装置制御手段を用いて磁気ディスクキャッシュメモリと磁気ディスク装置との間のデータブロックの転送の制御を行い、ファイル管理情報伝達手段がファイル制御手段によりファイルが削除された場合にそのファイルの削除に係る通知をフリーバッファ制御手段およびキャッシュブロックブライオリティ制御

第1図は、本発明のキャッシュ制御方式の一例の構成を示すブロック図である。本実施例のキャッシュ制御方式は、ファイル制御手段1と、ファイル管理情報伝達手段2と、バッファキャッシュ制御手段3と、フリーバッファ制御手段4と、磁気ディスクキャッシュ制御手段5と、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段6と、キャッシュブロックブライオリティ制御手段7と、ハッシュテーブル制御手段8と、ファイルブロック制御手段9と、磁気ディスク装置制御手段10と、ブライオリティテーブル11と、ハッシュテーブル12（フリーリスト13も付設されている）と、バッファヘッダ群14と、キャッシュブロックヘッダ群14と、利用者プログラムメモリ空間15と、バッファキャッシュメモリ16と、磁気ディスクキャッシュメモリ17と、磁気ディスク装置

## 特開平3-298841 (5)

18とを合せて構成されている。

第3図(a)および(b)は、ハッシュテーブル13およびフリーリスト120によるバッファヘッダ群13の管理の態様の具体例を示す図である。第2図(a)中のフリーリスト120に格納されているバッファヘッダCおよびDに対応するバッファキャッシュブロックがフリーな状態(使用されていない状態)にあり、バッファキャッシュブロックの使用要求が生ずるとこれらのバッファキャッシュブロックから先に割り当てられる。

第3図(a)および(b)は、ブライオリティテーブル11によるキャッシュブロックヘッダ群14の管理の態様の具体例を示す図である。第3図(a)において、エントリAに格納されているキャッシュブロックヘッダA'に対応するディスクキャッシュブロックのブライオリティが最低であり、エントリBに格納されているキャッシュブロックヘッダB'およびD'に対応するディスクキャッシュブロックのブライオリティが最高であり、ブライオリティの低いものから順に他のデー

タブロックに割り当てられていく。

次に、このように構成された本実施例のキャッシュ制御方式の動作について説明する。

初めに、ファイル制御手段1およびファイルブロック制御手段8の制御によって、ファイルの作成や既存のファイルに対するデータ入出力に基いてデータブロックの転送が行われる場合の動作について説明する。

ファイル制御手段1を介した利用プログラムからのファイルの作成やファイルに対するデータ入出力の要求により、ファイルブロック制御手段8はバッファキャッシュ制御手段3に対応する特定のデータブロックの転送のために使用できるバッファキャッシュメモリ15上のバッファキャッシュブロックを要求する。

この要求を受けたバッファキャッシュ制御手段3は、ハッシュテーブル制御手段5に制御を渡す。ハッシュテーブル制御手段5は、すでにそのデータブロックに割り当てられているバッファキャッシュブロックがあるかをハッシュテーブル

11およびハッシュテーブル13により管理されているバッファヘッダ群13を参照して調査する。

すでにそのデータブロックに割り当てられているバッファキャッシュブロックがあると判別した場合には、ハッシュテーブル制御手段5はバッファキャッシュ制御手段1およびファイルブロック制御手段2(バッファキャッシュ制御手段1を介して)にそのバッファキャッシュブロックに対応するバッファヘッダへのポインタを返す。

まだそのデータブロックに割り当てられていないバッファキャッシュブロックがないと判別した場合には、ハッシュテーブル制御手段5はバッファキャッシュ制御手段3を介してフリーバッファ制御手段4に制御を渡す。

フリーバッファ制御手段4は、フリーリスト120を参照して、バッファキャッシュメモリ15上の未使用のバッファキャッシュブロックに対応するバッファヘッダへのポインタをバッファキャッシュ制御手段1およびファイルブロック制御手段2(バッファキャッシュ制御手段3を介して)

に返す。

バッファヘッダへのポインタを受け取ったファイルブロック制御手段8は、そのバッファヘッダに対応するバッファキャッシュブロックを使用して、利用プログラムメモリ空間18とバッファキャッシュメモリ15との間のデータブロックの転送を制御する。

次に、バッファキャッシュ制御手段3は、種別ディスクキャッシュ制御手段5に対して、上述の特定のデータブロックの転送のために使用できる種別ディスクキャッシュメモリ17上のディスクキャッシュブロックを要求する。

この要求を受けた種別ディスクキャッシュ制御手段5は、種別ディスクキャッシュブロック制御手段8に制御を渡す。

種別ディスクキャッシュブロック制御手段8は、キャッシュブロックブライオリティ制御手段7を介して、すでにそのデータブロックに割り当てられているディスクキャッシュブロックがあるかをブライオリティテーブル11により管理され

## 特開平3-296841 (6)

ているキャッシュブロックヘッダ14を参照して削除する。

すでにそのデータブロックに割り当てられているディスクキャッシュブロックがあると判断した場合には、磁気ディスクキャッシュ制御手段5およびバッファキャッシュ制御手段3（磁気ディスクキャッシュ制御手段5を介して）にそのディスクキャッシュブロックに対応するキャッシュブロックヘッダへのポインタを渡す。

まだそのデータブロックに割り当てられていないディスクキャッシュブロックがないと判断した場合には、磁気ディスクキャッシュブロック制御手段6はキャッシュブロックブライオリティ制御手段7の制御によりブライオリティテーブル11を参照して磁気ディスクキャッシュメモリ17上の最もブライオリティの高いディスクキャッシュブロックに対応するキャッシュブロックヘッダへのポインタを磁気ディスクキャッシュ制御手段5およびバッファキャッシュ制御手段3（磁気ディスク

キャッシュ制御手段5を介して）に渡す。

磁気ディスクキャッシュメモリ17上のディスクキャッシュブロックのブライオリティは、キャッシュブロックブライオリティ制御手段7によって制御されており、使用頻度の高いディスクキャッシュブロックはブライオリティが高くなり使用頻度の低いディスクキャッシュブロックはブライオリティが低くなるように制御されている。

キャッシュブロックヘッダへのポインタを受け取ったバッファキャッシュ制御手段3は、そのキャッシュブロックヘッダに対応するディスクキャッシュブロックおよび上述したようにハッシュテーブル制御手段8から受け取ったバッファヘッダに対応するバッファキャッシュブロックを使用して、バッファキャッシュメモリ18と磁気ディスクキャッシュメモリ17との間のデータブロックの転送を制御する。

また、キャッシュブロックヘッダへのポインタを受け取った磁気ディスクキャッシュ制御手段5は、そのキャッシュブロックヘッダに対応するデ

ィスクキャッシュブロックを使用して、磁気ディスクキャッシュメモリ17と磁気ディスク装置18との間のデータブロックの転送（磁気ディスクキャッシュメモリ17から磁気ディスク装置18への昇順転送および磁気ディスク装置18から磁気ディスクキャッシュメモリ17への降順転送）を制御する（磁気ディスク装置制御手段11による制御を用いて行う）。

続いて、ファイル制御手段1の制御によって、あるファイルが削除された場合の動作について説明する。

この場合には、そのファイルに使用されていたデータブロックには転送要求が施こられないのに、上述のような手順によってフリーバッファ制御手段4やキャッシュブロックブライオリティ制御手段7を呼び出すことはできない。

そこで、ファイル制御手段1は、ファイル管理情報記憶手段5を介して、フリーバッファ制御手段4およびキャッシュブロックブライオリティ制御手段7に対し、そのファイルの削除に係る通知

（削除されたファイルに使用されていたデータブロックのブロック番号等）を提供する。

この通知を受けたフリーバッファ制御手段4は、そのデータブロックに割り当てられているバッファキャッシュブロックがある場合には（ここでは、第2図（a）中のバッファヘッダに対応するバッファキャッシュブロックが脱落するものとする）、そのバッファキャッシュブロックのバッファヘッダをフリースト118に再接続し（第2図（b）参照）、そのバッファキャッシュブロックとして他のデータブロックに割り当てることができるようになる。

上述の通知を受けたキャッシュブロックブライオリティ制御手段7は、そのデータブロックに割り当てられているディスクキャッシュブロックがある場合には（ここでは、第3図（a）中のキャッシュブロックヘッダC'に対応するディスクキャッシュブロックが脱落するものとする）、そのディスクキャッシュブロックのキャッシュブロッ

## 特開平3-296841 (ア)

タヘッドC'のプライオリティを最低にし(図3図(b)参照。キャッシュブロックヘッドC'は最低のプライオリティのキャッシュブロックヘッドの連続の先頭へ挿入され、キャッシュブロックヘッドC'に対応するディスクキャッシュブロックはキャッシュブロックヘッドA'に対応するディスクキャッシュブロックよりも先に他のデータブロックに割り当てられる)。そのディスクキャッシュブロックをすでに他のデータブロックに割り当てることができるようにする。

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明は、ファイルの削除によって不要となったデータブロックに割り当てられていたバッファキャッシュブロックおよびディスクキャッシュブロックをなるべく早く他のデータブロックに割り当てるためのキャッシュ制御を行うことにより、不要となったデータブロックがまだバッファキャッシュメモリや磁気ディスクキャッシュメモリに残っているうちに有効なデータブロックがバッファキャッシュメモリや磁気

ディスクキャッシュメモリから追い出されてしまうという事態を防ぐことができ、キャッシュヒット率を向上することができ、データ入出力時間を短縮することができるという効果がある。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一例の構成を示すブロック図。

第2図(a)および(b)は第1図中のハッシュテーブルおよびフリーリストによるバッファヘッド群の管理の態様を説明するための図。

第3図(a)および(b)は第1図中のプライオリティテーブルによるキャッシュブロックヘッド群の管理の態様を説明するための図である。

図において、

- 1・・・ファイル制御手段、
- 2・・・ファイル管理情報記憶手段、
- 3・・・バッファキャッシュ制御手段、
- 4・・・フリーバッファ制御手段、
- 5・・・磁気ディスクキャッシュ制御手段、
- 6・・・磁気ディスクキャッシュブロック制御

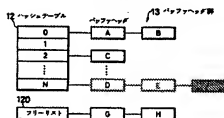
## 手段、

7・・・キャッシュブロックプライオリティ制御手段、

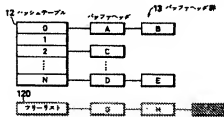
- 8・・・ハッシュテーブル制御手段、
- 9・・・ファイルブロック制御手段、
- 10・・・磁気ディスク制御手段、
- 11・・・プライオリティテーブル、
- 12・・・ハッシュテーブル、
- 13・・・バッファヘッド群、
- 14・・・キャッシュブロックヘッド群、
- 15・・・利用プログラムメモリ空間、
- 16・・・バッファキャッシュメモリ、
- 17・・・磁気ディスクキャッシュメモリ、
- 18・・・磁気ディスク装置、
- 19・・・フリーリストである。

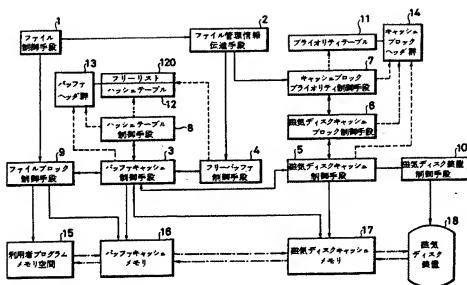
特許出願人 日本電気株式会社  
代理人 弁理士 岡 原 純 一

第2図(a)



第2図(b)







## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-296841

(43)Date of publication of application : 27.12.1991

(51)Int.Cl.

G06F 12/08

G06F 3/06

(21)Application number : 02-099741

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.04.1990

(72)Inventor : OKONOGI TAKAHIRO

## (54) CACHE CONTROL SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To leave effective data blocks in a cache memory as much as possible and to improve a cache hit rate by connecting all buffer cache blocks to a free list at the time of deleting a certain file and lowering all priority levels down to the lowest levels.

CONSTITUTION: A file control means 1 outputs information relating to file deletion. A free buffer control means 4 receiving the information connects a buffer header to the free list 120 so that its buffer cache block is made a free state and allocated to another data block. A cache block priority control means 7 lowers the priority of the cache block header down to the lowest level and immediately allocates the disk cache block to another data block.

